

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10112956  
PUBLICATION DATE : 28-04-98

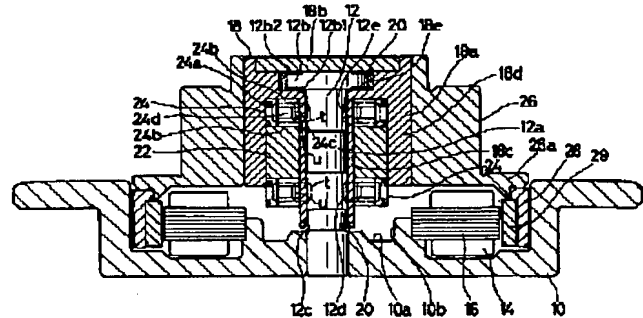
APPLICATION DATE : 04-10-96  
APPLICATION NUMBER : 08283119

APPLICANT : NIPPON DENSAN CORP;

INVENTOR : ICHIYAMA YOSHIKAZU;

INT.CL. : H02K 5/16 F16C 17/02 F16C 33/10

TITLE : BEARING DEVICE AND MOTOR



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To keep the rigidity of a dynamic pressure fluid bearing at nearly the same level regardless of the temperature by preventing the limitation to the material of the bearing by a coefficient of expansion, the requirement for a higher processing accuracy than necessary, the narrowing of a bearing space in a high temperature region, and the decrease in reliability.

**SOLUTION:** A bearing space between a fixed shaft body 12 and a rotary sleeve body 18 is filled with a magnetic fluid lubricating agent 20. Between a cylindrical sleeve section 18c and a cylindrical outer wall section 18d, magnetic field formation and adjustment units 24 are located at the places to correspond to an upper and a lower grooves 12e, 12d. Each of the magnetic field formation and adjustment units 24 is constituted of a cylindrical permanent magnet 24a magnetized in the axial direction, a pair of ferromagnetic material-made magnetic path members 24b located at an upper and a lower part of the inner surface of the magnet, a ring-shaped short-circuiting member 24c located between the magnetic path members 24b, and a non-ferromagnetic material-made ring-shaped member 24d surrounded by the other members. In a high temperature region wherein the viscosity of the magnetic fluid lubricating agent 20 decreases the ring-shaped short-circuiting members 24c are paramagnetized and ferromagnetic super fine particles in the magnetic fluid lubricating agent 20 are captured to be arranged along the line of magnetic force thereby making the apparent viscosity constant.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-112956

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月28日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 2 K 5/16

H 0 2 K 5/16

Z

F 1 6 C 17/02

F 1 6 C 17/02

Z

33/10

33/10

C

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-283119

(71) 出願人 000232302

日本電産株式会社

京都市右京区西京極堤外町10番地

(22) 出願日

平成 8 年(1996)10月 4 日

(72) 発明者 市山 義和

京都府京都市右京区西京極堤外町10番地

日本電産株式会社中央研究所内

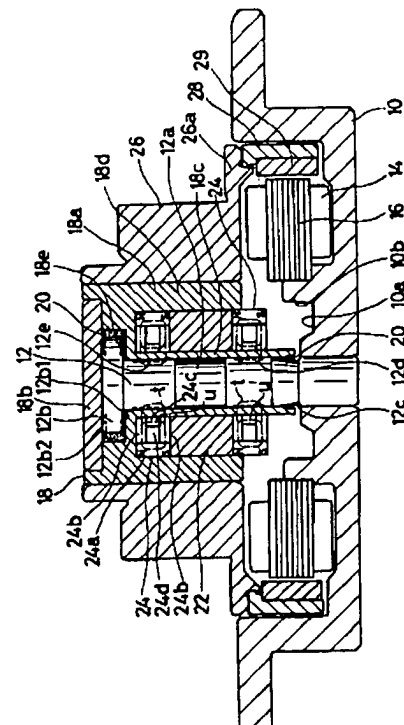
(74) 代理人 弁理士 高良 尚志

(54) 【発明の名称】 軸受装置及びモータ

(57) 【要約】

【課題】 膨張率による軸受材料の限定、必要以上の加工精度要求、高温域での軸受隙間狭小化、及び信頼性低下を回避し、温度の高低によらず動圧流体軸受の剛性をほぼ一定レベルに保持。

【解決手段】 固定軸体12・回転スリーブ体18間の軸受隙間に磁性流体潤滑剤20を充填する。円筒状スリーブ部18cと円筒状外周壁部18dの間の上下溝部12e・12d対応位置に、磁界形成調節ユニット24を配設する。各磁界形成調節ユニット24は、軸線方向磁化の円筒状永久磁石体24aと、その内周上下の強磁性材料製の一对の磁路部材24bと、両磁路部材24b間の環状短絡部材24cと、それらに囲まれた非強磁性材料製の環状部材24dで構成する。磁性流体潤滑剤20自体の粘度が低下する高温域において、環状短絡部材24cが常磁性化し、磁性流体潤滑剤20中の強磁性超微粒子が捕捉されて磁力線に沿って並ぶことにより見かけの粘度が一定化される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】動圧流体軸受を介して固定部に対し回転部が回転自在に支持されてなるモータであって、動圧流体軸受の潤滑剤が磁性流体潤滑剤であり、動圧流体軸受における軸受隙間に磁界を形成し、その磁界内における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせるための磁界形成手段と、その磁界形成手段により軸受隙間に形成される磁界が、磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化し、磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を、温度の高低によらず可及的に均等化させる磁界調節手段とを有することを特徴とするモータ。

【請求項2】磁界調節手段が、磁界形成手段により軸受隙間に磁界を形成するための磁気回路が磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化することにより、その軸受隙間の磁界を変化させるものである請求項1記載のモータ。

【請求項3】磁界調節手段は、軸受隙間に磁界を形成する磁気回路の軸受隙間に対向する部分を短絡する短絡部材を含み、該短絡部材は、軸受隙間に近接して配置され、所定温度以上で磁性を失い、磁気抵抗が増大する強磁性材料からなる請求項2記載のモータ。

【請求項4】磁性流体潤滑剤は、フェロフロイドオイルを含み、磁界形成手段は、動圧発生部に磁界を形成するよう設けられている請求項3記載のモータ。

【請求項5】磁界形成手段が電磁手段からなるものであり、磁界調節手段が、その電磁手段に供給する電流を磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて制御する電流制御手段である請求項1記載のモータ。

【請求項6】潤滑剤が磁性流体潤滑剤であり、軸受隙間に磁界を形成し、その磁界内における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせるための磁界形成手段と、その磁界形成手段により軸受隙間に形成される磁界が、磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化し、磁性流体の見かけの粘度を、温度の高低によらず可及的に均等化させる磁界調節手段とを有することを特徴とする動圧流体軸受装置。

【請求項7】磁界調節手段は、軸受隙間に磁界を形成する磁気回路の軸受隙間に対向する部分を短絡する短絡部材を含み、該短絡部材は、軸受隙間に近接して配置され、所定温度以上で磁性を失い、磁気抵抗が増大する強磁性材料からなる請求項6記載の動圧流体軸受装置。

【請求項8】磁性流体潤滑剤は、フェロフロイドオイルを含み、磁界形成手段は、動圧発生部に磁界を形成するよう設けられている請求項7記載の動圧流体軸受装置。

【請求項9】動圧流体軸受の潤滑剤を磁性流体潤滑剤とし、動圧流体軸受の軸受隙間に磁界を形成し、その磁界を温度の上昇と共に強めることを特徴とする動圧流体軸受の温度補償方法。

【請求項10】磁性流体潤滑剤としてフェロフロイドオイルを用い、動圧流体軸受の動圧発生部に、温度と共に変化する磁界を形成する請求項9記載の動圧流体軸受の

温度補償方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、温度変化に対して安定した動作が得られる動圧流体軸受装置及びそのような動圧流体軸受装置を用いたモータ、並びに、動圧流体軸受の温度補償方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】ハードディスク駆動等に使用されるスピンドルモータにおいて動圧流体軸受が用いられている場合、その動圧流体軸受において動圧により所望の剛性を持って軸受隙間を維持する流体軸受に用いられる潤滑油の粘度は、一般に温度の上昇に伴って低下する。従って、通常の動圧流体軸受の発生動圧は、温度の上昇に伴い低下する。

【0003】そのため、使用温度範囲の上限において軸受剛性を確保すべく軸受仕様を設定すれば、常温での軸受剛性及び軸損が過大となり、常温での軸受剛性及び軸損を適正にすべく設定すれば、使用温度上限近くでは剛性不足になってしまう。何れにせよ、一般に、動圧流体軸受ではモータ特性の温度依存性が比較的大きい。

【0004】これを解決する手段として、軸部材の膨張率をスリーブ部材のそれより大きくして軸受隙間が温度上昇に伴い縮小するよう構成し、軸受剛性の温度依存性を補償することも考えられる。

【0005】しかしながらこの場合、軸受を構成する材料の選択範囲が膨張率によって狭く限定されると共に、隙間が狭くなる高温時にも所望の動作が行なわれるようにするために、互いに嵌合し、対向する軸部材の円筒状外面及びスリーブ部材の円筒状内周面にそれぞれ軸受として必要な程度を超える高い加工精度が要求され、製造が困難になるという問題が生じる。而も、高温時には、加工精度のばらつきや、設計時の設定を越える熱膨張などにより、軸受隙間が予想を超えて極端に小さくなり、軸部材に対してスリーブ部材がロックされる危険性があり、信頼性に問題がある。

【0006】本発明は、従来技術に存した上記のような問題点を鑑み行われたものであって、その目的とするところは、膨張率による軸受材料の限定、必要以上の加工精度の要求、高温域における軸受隙間の狭小化、及び信頼性の低下を回避しつつ、温度の高低によらず動圧流体軸受の剛性をほぼ一定レベルに保持することができる動圧流体軸受装置、そのような動圧流体軸受装置を備えたモータ及びそのような動圧流体軸受の温度補償方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明のモータは、動圧流体軸受を介して固定部に対し回転部が回転自在に支持されてなるモータであって、動圧流体軸受の潤滑剤が磁性流体潤滑剤であり、動圧流体軸受

における軸受隙間に磁界を形成し、その磁界内における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせるための磁界形成手段と、その磁界形成手段により軸受隙間に形成される磁界が、磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化する、磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を、温度の高低によらず可及的に均等化させる磁界調節手段とを有することを特徴とするものである。

【0008】磁性流体潤滑剤とは、潤滑剤として用いることができる磁性流体を意味し、具体例としては、スピンドル油等の潤滑油中に強磁性超微粒子又は強磁性微粒子が分散してなる磁性流体等を挙げることができる。

【0009】磁束感応部分というのは、例えば磁性流体潤滑剤中に分散した強磁性超微粒子又は強磁性微粒子等の、磁性流体潤滑剤中の強磁性体部分を意味する。

【0010】磁界形成手段というのは、永久磁石、或は電磁石等の電磁手段などの磁石手段、及び、必要に応じて、磁束を導くための強磁性材料製の磁路からなり、動圧流体軸受における軸受隙間に磁界を形成し得るものを意味する。

【0011】また磁界調節手段というのは、磁界形成手段により軸受隙間に形成される磁界の強さ又は向き等が、軸受隙間における磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化するものである。磁界の強さは、例えば実質的に0とみなせる強さと所要強さの間で変化するものとすることができる。このように変化する事により、その磁界内における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせ、モータの回転部が固定部に対し回転する際に磁性流体潤滑剤が有するとみなすことができる粘度を、その磁性流体潤滑剤の温度の高低によらず可及的に一定化させるものである。

【0012】磁性流体潤滑剤の温度が高くなると、(例えば潤滑油中に強磁性超微粒子が分散してなる磁性流体潤滑剤においては潤滑油の粘度が低下するため、)その磁性流体潤滑剤自体の粘度が低下する。ところが、磁界調節手段によって、磁界形成手段により軸受隙間に形成される磁界が、磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化するれば、軸受隙間における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせることができる。これにより、モータが回転する際に磁性流体潤滑剤が有するとみなすことができる粘度を高めることができるので、磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を、温度の高低によらず可及的に一定化させることができる。

【0013】次に、本発明のモータにおける上記磁界調節手段は、磁界形成手段により軸受隙間に磁界を形成するための磁気回路が磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化する事により、その軸受隙間の磁界を変化させるものとすることができる。

【0014】磁気回路が変化するというのは、磁路が変わることや磁気回路の一部の磁気抵抗が変わることを意

義とすることができる。

【0015】また、上記磁界調節手段は、軸受隙間に磁界を形成する磁気回路の軸受隙間に対向する部分を短絡する短絡部材を含み、該短絡部材は、軸受隙間に近接して配置され、所定温度以上で磁性を失い、磁気抵抗が増大する強磁性材料からなるものとする事が望ましい。

【0016】軸受隙間内の磁性流体潤滑剤の温度が上昇し、それに対応して短絡部材の温度が所定温度以上に上昇すると、その短絡部材が磁性を失い、磁気抵抗が増大するので、磁界形成手段による磁束は、短絡部材による短絡がない開放磁気回路を通る。或は開放磁気回路を通る割合が増大する。これにより軸受隙間における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせることができ、或は磁力線に沿ってより強く捕捉して並ばせることができる。そのため、温度上昇により磁性流体潤滑剤自体の粘度は低下するが、モータが回転する際に磁性流体潤滑剤が有するとみなすことができる粘度を高めることにより、磁性流体潤滑剤の粘度の変化を可及的に補償することができる。

【0017】一方、軸受隙間内の磁性流体潤滑剤の温度が下降し、それに対応して短絡部材の温度が下降すると、その短絡部材が磁性を回復し、磁気抵抗が減少するので、磁界形成手段による磁束は、短絡部材により短絡された磁気回路を通る。或は短絡された磁気回路を通る割合が増大する。これにより軸受隙間における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分は捕捉されなくなって並ばなくなり、或は磁力線に沿ってより弱く捕捉されて並ぶようになる。そのため、温度下降により磁性流体潤滑剤自体の粘度は上昇するが、モータが回転する際に磁性流体潤滑剤が有するとみなすことができる粘度は高まらないので、磁性流体潤滑剤の粘度の変化を可及的に補償することができる。

【0018】このような短絡部材の材料としては、磁性流体潤滑剤の温度変化に対応する短絡部材の温度変化により、磁性流体潤滑剤の粘度の変化を十分に補償し得る程度に磁性が変化して磁気抵抗が増減する強磁性材料を選択する必要がある。例えば、短絡部材がとり得る一定温度以上で常磁性になるようなキュリー点を有する、フェライト等の強磁性材料を選択することもできる。

【0019】短絡部材を設ける位置は、軸受隙間内の磁性流体潤滑剤の温度の上昇及び下降に、短絡部材の温度の上昇及び下降がよく対応するように、軸受隙間に近接した位置(軸受隙間に臨む場合を含む)とすることが望ましい。

【0020】更に、本発明のモータは、磁性流体潤滑剤が、フェロフロイドオイルを含み、磁界形成手段は、動圧発生部に磁界を形成するよう設けられているものとすることが望ましい。動圧発生部に磁界を形成することにより、磁気感応部分が動圧発生部に集められ、動圧発生

発生部における磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を、温度の高低によらず可及的に一定化させることができる。

【0021】また、本発明のモータは、上記磁界形成手段が電磁手段からなるものであり、上記磁界調節手段が、その電磁手段に供給する電流を磁性流体潤滑剤の温度変化に応じ制御する電流制御手段であるものとすることができる。

【0022】磁界形成手段が電磁石等の電磁手段からなるものである場合、磁界調節手段としての電流制御手段によって、電磁手段に供給する電流を、磁性流体潤滑剤の温度の上昇及び下降（例えば温度センサによって感知することができる）に応じそれぞれ増大及び減少させることにより、軸受隙間に形成される磁界が温度変化に応じ変化するようにすることができる。すなわち、軸受隙間に形成される磁界の強さの変化を、回路処理により任意に設定することができる。これにより、軸受隙間における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を磁力線に沿って温度に応じた強さで捕捉して並ばせることができ、捕捉しないで並ばせないこともできるので、磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を温度の高低によらず可及的に均等化させることができる。

【0023】次に、本発明の動圧流体軸受装置は、潤滑剤が磁性流体潤滑剤であり、軸受隙間に磁界を形成し、その磁界内における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせるための磁界形成手段と、その磁界形成手段により軸受隙間に形成される磁界が、磁性流体潤滑剤の温度変化に応じて変化し、磁性流体の見かけの粘度を、温度の高低によらず可及的に均等化させる磁界調節手段とを有することを特徴とする。

【0024】磁性流体潤滑剤、磁束感応部分、磁界形成手段、及び磁界調節手段の意味、並びに本発明の動圧流体軸受装置の作用は、本発明のモータについて上記したところと同様である。

【0025】上記磁界調節手段は、本発明のモータについて上記したところと同様に、軸受隙間に磁界を形成する磁気回路の軸受隙間に対向する部分を短絡する短絡部材を含み、該短絡部材は、軸受隙間に近接して配置され、所定温度以上で磁性を失い、磁気抵抗が増大する強磁性材料からなるものとするのが望ましい。

【0026】また、本発明のモータについて上記したところと同様に、上記磁性流体潤滑剤は、フェロフロイドオイルを含み、上記磁界形成手段は、動圧発生部に磁界を形成するよう設けられているものとするのが望ましい。

【0027】また、本発明の、動圧流体軸受の温度補償方法は、動圧流体軸受の潤滑剤を磁性流体潤滑剤とし、動圧流体軸受の軸受隙間に磁界を形成し、その磁界を温度の上昇と共に強めることを特徴とする。

【0028】磁性流体潤滑剤、及び磁束感応部分の意味は、本発明のモータについて上記したところと同様であ

る。

【0029】この方法においては、磁性流体潤滑剤の温度が高くなるとその磁性流体潤滑剤自体の粘度が低下するが、磁性流体潤滑剤の温度の上昇に応じ、軸受隙間に形成する磁界を強めて軸受隙間における磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせ又は磁力線に沿ってより強く並ばせることにより、磁性流体潤滑剤が有するとみなすことができる粘度を高めることができる。

【0030】また、本発明の方法においては、磁性流体潤滑剤としてフェロフロイドオイルを用い、動圧流体軸受の動圧発生部に、温度と共に変化する磁界を形成するものとするのが望ましい。これにより、動圧発生部における磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を、温度上昇に応じ高めることができる。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。

【0032】図1は、ハードディスク駆動用スピンドルモータの断面図を示し、図2は、図1の要部拡大図を示す。

【0033】ブラケット10の上方開口の円形凹部10aの中央に固定軸体12が上下方向に立設され、その円形凹部10a内における径方向中間位置の環状凸部10bに、ステータコイル14が巻回されたステータコア16が外嵌固定されている。

【0034】固定軸体12は、略円柱形状の軸部12aと、その軸部12aの上端に設けられた円板状のスラスト板部12bからなる。

【0035】軸部12aの下端外周部は下方に向かって縮径するテーパ部12cに形成され、その上側の円筒状外周部に動圧発生用の下溝部12dが設けられ、軸部12aの上部の円筒状外周部には同じく動圧発生用の上溝部12eが設けられている。スラスト板部12bの環状をなす下面12b1及び上面12b2には、それぞれ環状をなす動圧発生用の下面溝部及び上面溝部が設けられている。これらの動圧発生用溝としては、例えば公知のスパイラル溝、ヘリングボーン溝等を適宜採用し得る。

【0036】回転スリーブ体18は、非強磁性（すなわち常磁性又は反磁性）材料製のスリーブ部材18aと、そのスリーブ部材18aの上端に嵌合固定された円板状のスラストキャップ18bからなる。スリーブ部材18aは、内側の円筒状スリーブ部18cと外側の円筒状外周壁部18dが上部において結合されてなる略二重円筒形状をなす。円筒状スリーブ部18cは軸部12aに外嵌されている。スリーブ部材18aの内周における円筒状スリーブ部18cの上側は、スラスト環状面18eを介して拡張され、そのスラスト環状面18eとスラストキャップ18bの間にスラスト板部12bが収容され

【0037】固定軸体12と回転スリーブ体18の間の軸受隙間には磁性流体潤滑剤20が充填されており、回転スリーブ体18は、この磁性流体潤滑剤20を介して固定軸体12に対し回転自在に支持されている。磁性流体潤滑剤20の端部は、軸部12a下端のテーパ部12cと円筒状スリーブ部18cの下端部とによって形成される断面楔状のいわゆるテーパシール部において、表面張力により保持されている。磁性流体潤滑剤20としては、例えばスピンドル油中に強磁性超微粒子を分散させたものを用いることができる。軸部12aと円筒状スリーブ部18cとその間の磁性流体潤滑剤20によりラジアル軸受部が構成されており、そのうち主に上下溝部12e・12dにおいて、磁性流体潤滑剤20に回転スリーブ体18の円筒状スリーブ部18cを径方向に支持する圧力を発生させる。また、スラスト板部12bとスラスト環状面18e及びスラストキャップ18bとその間の磁性流体潤滑剤20によりスラスト軸受部が構成されており、そのうち主に上面溝部及び下面溝部において、磁性流体潤滑剤20に回転スリーブ体18のスラスト環状面18e及びスラストキャップ18bをスピンドルモータの軸方向に関して支持する圧力を発生させる。

【0038】スリーブ部材18aの円筒状スリーブ部18cと円筒状外周壁部18dの間における、上下溝部12e・12dに対向する軸心方向位置には、非強磁性材料製の環状のスペーサ22を挟んでそれぞれ磁界形成調節ユニット24が配設されている。

【0039】各磁界形成調節ユニット24は、外周部に位置する軸線方向に磁化された円筒状永久磁石体24aと、その円筒状永久磁石体24aの内周面の上下に外周面が当接した環状板状の強磁性材料製の一對の磁路部材24bと、両磁路部材24b間の内周部に位置して上下面が両磁路部材24bに当接した磁界調節手段としての環状短絡部材24cと、それらの円筒状永久磁石体24a、両磁路部材24b、及び環状短絡部材24cに囲まれた部分に配設された非強磁性材料製の環状部材24dからなる。円筒状永久磁石体24aと一對の磁路部材24bは磁界形成手段を構成する。

【0040】両磁路部材24bの内周面及び環状短絡部材24cの内周面は円筒状スリーブ部18cの外周面に当接している。そのため環状短絡部材24cの温度は磁性流体潤滑剤20の温度によく対応する。円筒状永久磁石体24aの磁化の向きは、上下の磁界形成調節ユニット24において同じであっても異なってもよい。

【0041】環状短絡部材24cの材料としては、 $Mn-Zn$ フェライトや $Ni-Zn$ フェライトを用いることができ、それらの組成を変えることによりキュリー点を換え、所望の特性を得ることができる。スピンドルモータの使用温度範囲は0乃至80℃程度とすることができ、キュリー点は、例えば60℃程度に設定することが

【0042】スリーブ部材18aの円筒状外周壁部18dにはロータハブ26が外嵌固定されており、ロータハブ26の下端外周部に設けられた鐔状部26aの下側に円筒状ロータヨーク28が固定され、そのロータヨーク28に内嵌固定された円筒状のロータマグネット29がステータコア16と径方向間隙を隔てて相対している。

【0043】スピンドルモータの軸受隙間内の磁性流体潤滑剤20の温度が比較的低い温度であってその磁性流体潤滑剤20自体の粘度が潤滑剤として必要な粘度を満足する場合、それに対応して比較的低い温度である環状短絡部材24cが十分な磁性を有するため、円筒状永久磁石体24aによる磁束のほとんどは、一方の磁路部材24b、環状短絡部材24c及び他方の磁路部材24bからなる短絡磁路nを通る。従って、上溝部12e又は下溝部12d付近及びその他の位置の軸受隙間には、磁界が形成されないか、きわめて弱い磁界が形成されるに過ぎず、磁性流体潤滑剤20中の強磁性超微粒子が円筒状永久磁石体24aに基づく磁力線に沿って並ぶことはほとんどない。そのため、磁性流体潤滑剤20はそれ自体の粘度を有するものとして作用する。

【0044】スピンドルモータの使用中に軸受隙間内の磁性流体潤滑剤20の温度が上昇すると、その磁性流体潤滑剤20自体の粘度が動圧流体として軸受けするのに必要な粘度を下回るが、それに対向している環状短絡部材24cの温度も上昇し、そのキュリー点を越えると、その環状短絡部材24cが常磁性化するので、円筒状永久磁石体24aによる磁束は、環状短絡部材24cによる短絡がない開放磁気回路l（一方の磁路部材24b、円筒状スリーブ部18c、磁性流体潤滑剤20、上溝部12e又は下溝部12d付近の軸部12a、磁性流体潤滑剤20、円筒状スリーブ部18c、及び他方の磁路部材24b）を通るか、又はその磁気回路lを通る割合が増大する。これにより、上下溝部12e・12d付近の軸受隙間における磁性流体潤滑剤20中の強磁性超微粒子を捕捉して磁力線に沿って並ばせることができ、或はより強く捕捉して磁力線に沿って並ばせることができる。そのため、温度上昇により低下した磁性流体潤滑剤20自体の粘度を高めて磁性流体潤滑剤20の粘度の変化を可及的に補償することができる。なお、磁界形成手段による磁束は、この例に示されるように、磁性流体潤滑剤を介して相対する固定部及び回転部の両方並びにその磁性流体潤滑剤を通り得るようにすることが望ましい。その意味で、固定軸体12の軸部12aは、磁路の一部として使用できる程度の磁気特性を有するか、そのように使用できる磁性体で被覆されていることが望ましい。

【0045】その後軸受隙間内の磁性流体潤滑剤20の温度が比較的低い温度に下降して環状短絡部材24cの温度が下降すれば、円筒状永久磁石体24aによる磁束

再びそれ自体の粘度を有するものとして作用する。

【0046】なお、円筒状永久磁石体24aに替えて電磁石を用いると共に、環状短絡部材24cに替えて例えば磁性流体潤滑剤20の温度を円筒状スリーブ部18cを介して感知するための温度センサを円筒状スリーブ部18cの外周面に設け、電磁石に供給する電流をその温度センサにより感知される温度に基づいて電流制御回路により制御することにより、その電磁石による軸受隙間における磁界の強さを制御して磁性流体潤滑剤20の見かけの粘度の変化を防ぐようにすることもできる。

【0047】図3は、別のハードディスク駆動用スピンドルモータの断面図を示し、図4は、図3におけるIV-V線拡大断面図である。

【0048】このスピンドルモータは、一対の磁界形成調節ユニット24及びスペーサ22を、上溝部12e及び下溝部12dの両方の外周側に位置する1つの円筒状短絡部材30（磁界調節手段）及びその円筒状短絡部材30に外嵌された1つの長円筒状永久磁石体32（磁界形成手段）に替えたこと以外は、図1に示すスピンドルモータと同じである。

【0049】円筒状短絡部材30の材料は図1のスピンドルモータにおける環状短絡部材24cの材料と同様である。

【0050】この長円筒状永久磁石体32は、周方向に例えばS'に区分され、強磁性部分32aと非強磁性部分32bが交互に設けられ、各強磁性部分32aは、隣の強磁性部分32aとは逆向きに径方向に磁化されている。従って、長円筒状永久磁石体32の内周側の磁極は、-S-O-N-O-S-O-N-O-（但し、Oは無磁極部を示す。）となっている。

【0051】スピンドルモータの軸受隙間内の磁性流体潤滑剤20の温度が比較的低い温度であってその磁性流体潤滑剤20自体の粘度が潤滑剤として必要な粘度を満足し、それに対応して比較的低い温度である円筒状短絡部材30が十分な磁性を有する場合、長円筒状永久磁石体32により磁束のほとんどは、径方向内方において円筒状短絡部材30（短絡磁路u）を通る。従って、軸受隙間には、磁界が形成されないか、きわめて弱い磁界が形成されるに過ぎず、磁性流体潤滑剤20中の強磁性超微粒子が円筒状永久磁石体24aに基づく磁力線に沿って並ぶことはほとんどない。そのため、磁性流体潤滑剤20はそれ自体の粘度を有するものとして作用する。

【0052】スピンドルモータの使用中に軸受隙間内の磁性流体潤滑剤20の温度が上昇してその磁性流体潤滑剤20自体の粘度が潤滑剤として必要な粘度を下回り、それに対応して円筒状短絡部材30の温度がキュリー点以上に上昇すると、その円筒状短絡部材30が常磁性化するので、長円筒状永久磁石体32による磁束は、短絡部材による短絡がない開放磁気回路t（円筒状短絡部材30、円筒状スリーブ部18c、磁性流体潤滑剤20、

軸部12a、磁性流体潤滑剤20、円筒状スリーブ部18c、及び円筒状短絡部材30）を通るか、又はその磁気回路tを通る割合が増大する。これにより、上下溝部12e・12d付近を含む円筒状スリーブ部18cと軸部12aの間の軸受隙間における磁性流体潤滑剤20中の強磁性超微粒子を捕捉して磁力線に沿って並ばせることができ、或はより強く捕捉して磁力線に沿って並ばせることができる。そのため、温度上昇により低下した磁性流体潤滑剤20自体の粘度を高めて磁性流体潤滑剤20の粘度の変化を可及的に補償することができる。

【0053】その後軸受隙間内の磁性流体潤滑剤20の温度が比較的低い温度に下降して円筒状短絡部材30の温度が下降すれば、長円筒状永久磁石体32による磁束のほとんどは短絡磁路uを通り、磁性流体潤滑剤20は再びそれ自体の粘度を有するものとして作用する。

【0054】このような実施の形態の場合、開放磁気回路において磁束が軸部12aまで十分に到達するようにするために、長円筒状永久磁石体32における隣り合う強磁性部分32aの間の非強磁性部分32aの周方向長さを十分にとることが望ましい。

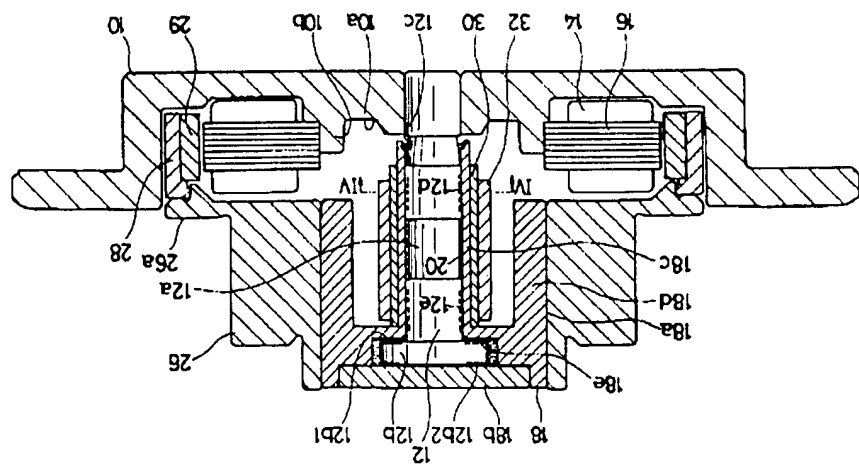
【0055】なお、以上の説明はラジアル軸受部のみを対象としたが、スラスト軸受部についても同様の手段により磁性流体潤滑剤20の粘度の変化を補償するようにすることができる。また、軸回転型のモータ及び動圧流体軸受についても勿論適用できる。

【0056】また、以上の実施の形態についての記述における上下位置関係は、単に図に基づいた説明の便宜のためのものであって、実際の使用状態等を限定するものではない。

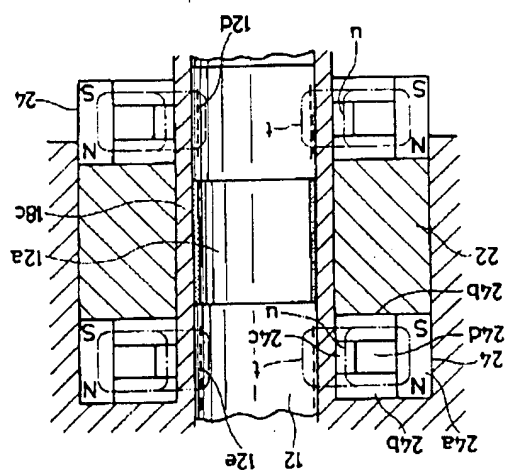
【0057】

【発明の効果】本発明のモータ及び動圧流体軸受装置によれば、動圧流体軸受の潤滑剤として用いられている磁性流体潤滑剤の温度変化に応じ軸受隙間の磁界が変化して磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分の捕捉による並び方を制御することにより、温度の高低によらず磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を可及的に一定化させて動圧流体軸受の剛性をほぼ一定レベルに保持することができる。そのため、温度変化によるモータ特性又は軸受特性の変動を効果的に抑制し得ると共に、使用温度範囲の上限温度で必要な軸受剛性を確保しても全使用温度範囲で軸損をほぼ同レベルに保持できるので、従来の動圧流体軸受に比し低温領域での軸損を効果的に低減させることができ、定格電流の低減も実現することができる。而も、軸受隙間を温度に応じて調節する必要がないので、膨張率による軸受材料の限定、必要以上の加工精度の要求、高温域における軸受隙間の狭小化、及び信頼性の低下が回避される。

【0058】請求項3のモータ及び請求項7の動圧流体軸受装置によれば、強磁性材料製の短絡部材が、の温度上昇に伴い磁性を生じ、その磁気抵抗が軸受部を冷却する



【図3】



【図2】



【0062】請求項10の温度補償方法によれば、動圧発生部における磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を、温度上昇に応じて高めることにより、温度上昇による軸受剛性の低下を効果的に防ぐことができる。

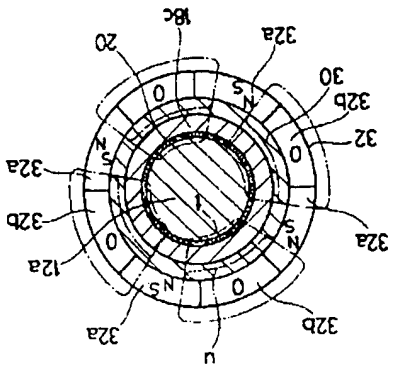
【図面の簡単な説明】  
【図1】ハードディスク駆動用モータの断面図である。  
【図2】図1の要部拡大図である。  
【図3】別のハードディスク駆動用モータの断面図である。

【図4】図3における拡大IV-IV線断面図である。

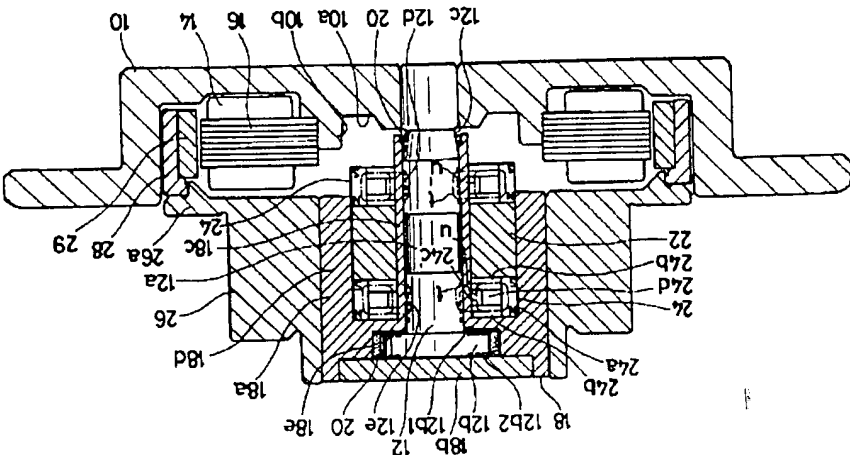
【符号の説明】

- 12 固定軸体
- 12d 下溝部
- 12e 上溝部
- 18 回転スリーブ体
- 18c 円筒状スリーブ部
- 18d 円筒状外周電部
- 20 磁性流体潤滑剤
- 22 スペーサ
- 24 磁界形成調節ユニット
- 24a 円筒状永久磁石体
- 24b 磁路部材
- 24c 環状短絡部材
- 24d 環状部材

【図1】



【図1】



利用して、温度変化の感知及び温度変化に応じた軸受隙間の磁界の調節を行い、温度の高低によらず磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を可及的に一定化させることができる。

【0059】請求項4のモータ及び請求項8の動圧流体軸受装置によれば、動圧発生部における磁性流体潤滑剤の見かけの粘度を、温度の高低によらず可及的に一定化させることにより、軸受の剛性を効果的にほぼ一定レベルに保持することができる。

【0060】請求項5のモータによれば、電磁手段により磁性流体潤滑剤中の磁束感応部分を捕捉して磁力線に沿って並ばせ又は磁力線に沿ってより強く並ばせることによって並ばせ又は磁力線に沿ってより強く並ばせることができる。磁性流体潤滑剤が有するとみなすことができる粘り、磁性流体潤滑剤の温度上昇により磁性度を高めることができる。従って、温度上昇により磁性流体潤滑剤自体の粘度は低下するが、見かけの粘度を高めることにより温度補償を行うことができる。